



(12) Wirtschaftspatent

Patentgesetz § 17 Absatz 1 Patentgesetz

## PATENTSCHRIFT

(19) **DD** (11) **278 348 A1**

4(51) C 10 B 49/10

## PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP C 10 B / 323 525 2	(22)	21.12.88	(44)	02.05.90
(71)	Brennstoffinstitut Freiberg, Halsbrücker Straße 34, Freiberg, 9200, DD				
(72)	Paul, Siegfried, Dipl.-Ing.; Eidnar, Dieter, Dr.-Ing.; Mayer, Bernd, Dr.-Ing.; Weiß, Eberhardt, Dr.-Ing.; Hoppe, Wilhelm; Bieber, Michael, Dipl.-Ing.; Krödel, Bernd, Dr. oec., DD				
(54)	Verfahren und Vorrichtung zur Schnellpyrolyse von Kohlen				

(55) Verfahren, Vorrichtung, Schnellpyrolyse, Kohle, schmelzbares Material, Wirtschaftlichkeit, Crackung, Teer, integrierte Pyrolysestufen, Wärmeträger, Wirbelschicht, Schmelzreaktor, Fluidisierung

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die zugehörige Vorrichtung zur Schnellpyrolyse von Kohle oder anderem schmelzbarem Material mit Hilfe eines festen Wärmeträgers. Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Verfahren zur Schnellpyrolyse von Kohlen. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verfahren und Vorrichtung zur Schnellpyrolyse von Kohlen zu entwickeln, wobei die Crackung von Teer infolge Übertemperatur des Wärmeträgers vermieden werden soll. Erfindungsgemäß besteht der Prozeß aus zwei integrierten Pyrolysestufen, wobei in der ersten Prozeßstufe in einer stationären Wirbelschicht die Mischung von festem Wärmeträger und rezirkuliertem Bettmaterial und in der zweiten Prozeßstufe in einer expandierenden Wirbelschicht die Pyrolyse des zentral zugeführten schmelzbaren Materials erfolgt. Die Fluidisierung erfolgt mit rezirkuliertem Schmelzgas. Dem Schmelzreaktor ist ein Transportreaktor nachgeschaltet. Die Gasgeschwindigkeiten betragen 5 bis 10 m/s im Transportreaktor und 1,5 bis 5 m/s im größten Querschnitt des Schmelzreaktors.

## Patentansprüche:

1. Verfahren zur Schnellpyrolyse von Kohlen oder anderem schwelbarem Material in der Wirbelschicht, wobei ein fester Wärmeträger aus dem Bettmaterial einer Wirbelschichtfeuerung entnommen wird und die Fluidisierung der Wirbelschicht durch rezirkuliertes Schwelgas erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pyrolyse in zwei integrierten Prozeßstufen realisiert wird, wobei in der ersten Prozeßstufe die Mischung des mit einer Temperatur von 800 bis 900°C eingespeistem Wärmeträgers mit dem 500 bis 600°C heißem Bettmaterial des Schwelreaktors in einer stationären Wirbelschicht erfolgt und in der zweiten Prozeßstufe Trockenkohle oder andere schwelbare Materialien zentral zugeführt und in einer expandierenden Wirbelschicht, die in den pneumatischen Feststofftransport übergeht, pyrolysiert werden, daß das Massenverhältnis der durchgesetzten Feststoffe Bettmaterial und Trockenkohle zum intern im Unterteil des Schwelreaktors zirkulierenden Bettmaterial der stationären Wirbelschicht im Bereich von 1:10 bis 1:100 liegt und daß die Gasgeschwindigkeiten im Bereich des maximalen Querschnittes des Schwelreaktors in Höhe der zweiten Prozeßstufe 1,5 bis 5 m/s und im Transportreaktor 5 bis 10 m/s betragen.
2. Vorrichtung zur Schnellpyrolyse von Kohlen oder anderem schwelbarem Material in der Wirbelschicht, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwelreaktor für die erste Prozeßstufe einen Wirbelboden und eine oder mehrere, nahe dem Wirbelbodenumfang mündende Wärmeträgereintragsleitungen sowie eine oder mehrere im Bereich von ein bis zwei Meter über dem Wirbelboden zentral angeordneten Eintragsleitungen für Trockenkohle und anderes schwelbare Material besitzt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Schwelreaktor im Unterteil in Gasströmungsrichtung eine Querschnittserweiterung besitzt, das Schwelreaktormittelteil einen konstanten Querschnitt hat, während das Schwelreaktoroberteil eine Querschnittsverengung aufweist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die zugehörige Vorrichtung zur Schnellpyrolyse von Kohle oder anderem schwelbarem Material mit Hilfe eines festen Wärmeträgers.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Schwelreaktoren zur Schnellpyrolyse von ballastreicher schwelwürdiger Kohle gewinnen seit der Verknappung und Verteuerung des Erdöls an Bedeutung. Die Schnellpyrolyseverfahren sind Hochleistungsalternativverfahren zur Lurgi-Spülgasschwelung, sie sind für in der Zukunft schlechter werdende Kohlequalitäten geeignet. Das in Patentschrift DD-WP 239419 dargelegte integrierte Pyrolyse-Verbrennungsverfahren ist ein geeignetes, entwicklungsfähiges Schnellpyrolyseverfahren. Für dieses Verfahren ist die Mischung von festem Wärmeträger mit Trockenkohle und anderem schwelbarem Material in einer im Schwelreaktorunterteil befindlichen Wirbelschicht von entscheidender Bedeutung für Wärmeübertragung, Schwelgasentbindung und Hydrodynamik. In der oben genannten Patentschrift ist die Mischung von Trockenkohle und festem Wärmeträger in einer stationären Wirbelschicht, die auf Grund der Schwelgasentbindung expandiert, vorgesehen.

Der Nachteil der in Patentschrift DD-WP 239419 vorgeschlagenen Lösung liegt in der Übertemperatur des Wärmeträgers. In der stationären Gas-Feststoff-Wirbelschicht ist nicht zu verhindern, daß teerhaltiges Schwelgas mit etwa 850°C heißem Wärmeträger in Berührungskontakt kommt. In der Folge kommt es zur Teer crackung, wobei leichtere Flüssigprodukte entstehen. Zur Gewinnung von Kohlewertstoffen als Zielrichtung sind jedoch schwere Teere gefragt.

Vom Lurgi-Ruhrgas-Verfahren als Schütttschicht-Schwelverfahren ist die Teer crackung infolge Wärmeträgerübertemperatur ebenfalls bekannt (Chemische Industrie 105 [1982] 5, S. 326-328). Zur ähnlichen Aussagen kommt auch das ENIN-Institut Moskau, das Schnellpyrolyseversuchsanlagen mit Braunkohle betreibt. (Energotechnol. ispol'z. topliv. Moskau 1984, S. 43-48)

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Erhöhung der Wirtschaftlichkeit von Verfahren zur Schnellpyrolyse von Kohlen bzw. kohlenstoffhaltigem Material mit Hilfe eines festen Wärmeträgers.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Entwicklung eines Verfahrens und der zugehörigen Vorrichtung zur Schnellpyrolyse von Kohlen oder anderem schwelbarem Material mit festem Wärmeträger, das die Crackung von Teer zu Leichtöl infolge hoher Übertemperatur des Wärmeträgers vermeidet. Das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß die Pyrolyse in zwei integrierten Prozeßstufen abläuft, wobei in der ersten Prozeßstufe die Mischung von festem Wärmeträger und

rezirkuliertem Bettmaterial in einer stationären Wirbelschicht und in der zweiten Prozeßstufe die Pyrolyse von Trockenkohle oder anderen schmelzbaren Materialien, die im zentralen Bereich über der ersten Prozeßstufe zugeführt werden, in einer expandierenden Wirbelschicht mit Übergang zum pneumatischen Feststofftransport erfolgt. Der Eintrag des festen Wärmeträgers mit einer Temperatur von 800 bis 900°C geschieht im bodennahen Bereich der stationären Wirbelschicht, die durch rezirkuliertes Schmelgas fluidisiert wird. Die Kühlung des in der ersten Prozeßstufe eingespeisten festen Wärmeträgers wird mit Feststoff vorgenommen, der mit einer Temperatur von 500 bis 600°C intern, infolge der zentralen Schmelgasentbindung der zweiten Prozeßstufe, im Schmelreaktor zirkuliert.

Das Massenverhältnis der durchgesetzten Feststoffe, bestehend aus Bettmaterial und Trockenkohle, zum intern im Schmelreaktorunterteil zirkulierenden Feststoff, dem Material der stationären Wirbelschicht, liegt im Bereich von 1:10 bis 1:100. Die Gasgeschwindigkeiten im Transportreaktor liegen im Bereich von 5 bis 10 m/s, im größten Querschnitt des Schmelreaktors in der zweiten Prozeßstufe im Bereich von 1,5 bis 5 m/s.

Die Kombination der gefundenen Bereiche für die Parameter Massenverhältnis und Gasgeschwindigkeiten bewirkt die Sicherung des Abbaus der Wärmeträgerübertemperatur und der Verweilzeit für die Pyrolyse bei hohem Feststoffdurchsatz. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Schmelreaktor einen Wirbelboden und eine oder mehrere nahe dem Wirbelbodenumfang mündende Wärmeträgereintragsleitungen sowie eine oder mehrere im Bereich von ein bis zwei Meter über dem Wirbelboden zentral angeordnete Eintragsleitungen für Trockenkohle und anderes schmelzbares Material besitzt. Das Wirbelgas der ersten Prozeßstufe wird über einen Wirbelboden zugeführt. Der Schmelreaktor ist so ausgeführt, daß das Schmelreaktorunterteil eine Querschnittserweiterung in Strömungsrichtung besitzt, das Schmelreaktormittelteil einen konstanten Querschnitt hat, während das Schmelreaktoroberteil eine Querschnittsverengung aufweist. Dem Schmelreaktor schließt sich in Gasströmungsrichtung der Transportreaktor an.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung bewirkt in der ersten Prozeßstufe die Absenkung der Temperatur des eingespeisten Wärmeträgers durch Mischung mit kälterem, aus der zweiten Prozeßstufe rezirkuliertem Bettmaterial, die Schnellpyrolyse in der expandierten Wirbelschicht der zweiten Prozeßstufe oberhalb der Trockenkohleeintragsleitung und im anschließenden Transportreaktor den pneumatischen Abtransport des aus Bettmaterial und Schmelkoks bestehenden Feststoffes sowie ein Nachpyrolysieren von restlichem schmelzbarem Material.

Der Vorteil der Erfindung liegt in der Verbesserung der Ökonomie für Schnellpyrolyseverfahren. In leistungsstarken Schnellpyrolyseverfahren können somit Teerqualitäten erzeugt werden, deren Weiterverarbeitung mit weitestgehend vorhandenen Technologien erfolgen kann.

#### Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel an Hand einer schematischen Darstellung erläutert. Die zugehörige Zeichnung zeigt den Querschnitt des Schmelreaktors 1. Im Unterteil des Schmelreaktors 1 befindet sich ein Wirbelbett 3, das unterhalb der Trockenkohleeintragsleitung 4 eine stationäre Wirbelschicht bildet, die oberhalb der Trockenkohleeintragsleitung 4 expandiert. Als Wirbelgas für den stationären Bereich dient rezirkuliertes Schmelgas, das über die Wirbelgaszuleitung 10, den Wirbelgaseintritt 6 und einem Wirbelboden 9 zugeführt wird. Die Schnellpyrolysetemperatur im Schmelreaktor 1 beträgt 550°C. Der 850°C heiße Wärmeträger fließt über die Wärmeträgereintragsleitung 8 bodennah zu und wird im stationären Bereich der Wirbelschicht im Bettmaterial, das eine Temperatur von 550°C hat und infolge interner Feststoffzirkulation im Wandbereich rückströmt, intensiv abgekühlt. Die Wärmekapazität der Wirbelschicht im Unterteil des Schmelreaktors 1 wird so gewählt, daß max. 100K als Wärmeträgerübertemperatur, gegenüber der Prozeßtemperatur für die Schnellpyrolyse, auftreten. Die Trockenkohle fließt über eine Wirbelschleuse 5, in der sie durch Wirbelgas fluidisiert wird, und die Trockenkohleeintragsleitung 4 in den Schmelreaktor 1. Der Trockenkohleeintrag befindet sich im zentralen Bereich des Schmelreaktors 1, der Abstand zum Wirbelboden 3 beträgt 1,5 m. Die intensive Schmelgasentbindung verläuft oberhalb des Trockenkohleeintrages, die Wirbelschicht expandiert. Während die transportfähigen Feststoffteilchen im Oberteil des Schmelreaktors 1 durch den Schmelgasstrom beschleunigt und im Transportreaktor 2 pneumatisch abtransportiert werden, rezirkuliert das Bettmaterial am wandnahen Bereich in den stationären Teil der Wirbelschicht. Für den Abzug von großen Feststoffpartikeln ist der Grobascheabzug 7 vorhanden.

Für einen Schmelreaktor 1 mit einem Trockenkohledurchsatz von 85 t/h ergeben sich bei den Parametern

– Durchmesser Wirbelboden 9	2 m
– Höhe konisches Unterteil des Schmelreaktors 1	2 m
– Höhe zylindrisches Mittelteil des Schmelreaktors 1	1 m
– innerer Durchmesser zylindrisches Mittelteil des Schmelreaktors 1	2,5 m
– Höhe konisches Oberteil des Schmelreaktors 1	2 m
– innerer Durchmesser Transportreaktor 2	1,4 m
– Höhe Transportreaktor 2	15 m

Gasgeschwindigkeiten im Mittelteil des Schmelreaktors 1 von 1,5 m/s bei Halblast und 4,5 m/s bei Vollast. Für den Transportreaktor 2 liegt die Gasgeschwindigkeit für Halblast bei 5 m/s und für Vollast bei 10 m/s.

